



Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍAS AGRARIAS

Máster en Investigación en Ingeniería para la
Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales

**Influencia del zorro rojo (*Vulpes vulpes*) en la
depredación de bellotas de tres especies del género
Quercus por roedores**

Alumno: David Cueco Pablo

Tutor: Ángel Hernández Lázaro

Junio 2015

Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	2
Introducción.....	2
Objetivos.....	3
Material y métodos.....	3
Resultados.....	7
Discusión.....	11
Conclusiones.....	11
Agradecimientos.....	12
Bibliografía.....	12

RESUMEN

En las dehesas del norte de la provincia de Cáceres, el zorro rojo es uno de los principales consumidores de roedores, y éstos a su vez de bellotas del género *Quercus*. En este estudio se analiza la influencia de la presencia de zorro rojo y de estrato arbustivo en la depredación por roedores de bellotas de *Quercus ilex*, *Q. suber* y *Q. pyrenaica*. Los resultados obtenidos muestran que la depredación de las tres especies de bellotas dependió de la presencia o ausencia de estrato arbustivo, y no de la presencia o ausencia del zorro rojo. Por otra parte, los roedores mostraron mayor preferencia por las bellotas de *Q. ilex* y menor por las de *Q. pyrenaica*.

Palabras clave: *Apodemus sylvaticus*, *Mus spretus*, *Vulpes vulpes*, dieta, cobertura vegetal.

ABSTRACT

In the dehesas of the north of the province of Cáceres, Spain, red foxes are among the main predators of rodents, and rodents are among the main consumers of acorns of the genus *Quercus*. This study analyzes the influence of the presence of red fox and shrub layer on the predation by rodents of acorns of *Quercus ilex*, *Q. suber* and *Q. pyrenaica*. The results show that the predation of the three acorn species depended on the presence or absence of shrub layer, but not on the presence or absence of red fox. On the other hand, rodents showed greater preference for acorns of *Q. ilex* and lesser for those of *Q. pyrenaica*.

Key words: *Apodemus sylvaticus*, *Mus spretus*, *Vulpes vulpes*, diet, shrub layer.

INTRODUCCIÓN

El estado actual de las dehesas requiere conocimientos para la mejora de la regeneración, debido a la sobreexplotación producida por el ganado y en algunas zonas la fauna silvestre, que utiliza los recursos de este ecosistema. El alto consumo de bellotas de las especies del género *Quercus* por animales (hasta el 100%) (Gómez *et al.*, 2003; Pérez-Ramos *et al.*, 2008), hace que el establecimiento de nuevas plántulas se vea reducido en un gran porcentaje (Herrera *et al.*, 1995; Gómez *et al.*, 2003; Pulido *et al.*, 2005). Algunos de los principales depredadores de estos frutos son los roedores y ciertos córvidos (Shaw, 1968; Siscart *et al.*, 1999; García *et al.*, 2002; Gómez *et al.*, 2003; Pons *et al.*, 2007a), en los que influyen diferentes especies de carnívoros del entorno (Gonçalves *et al.*, 2011).

Para ver el efecto que causan los roedores en las bellotas, y en relación con las interacciones con una especie particular, el zorro rojo (*Vulpes vulpes*), se va a evaluar la influencia de este cánido en los movimientos de la población de micromamíferos, y como afecta esta relación a la regeneración, variando la distribución de la regeneración según las mejores condiciones para el establecimiento de los roedores (Rosalino *et al.*, 2011), y en distintos tipos de cobertura vegetal presentes en las dehesas, arbolado sin estrato arbustivo y arbolado con estrato arbustivo, para comprobar si el matorral actúa como protección para los movimientos de los roedores la zona de estudio.

Este experimento se lleva a cabo en un área adehesada con encina (*Quercus ilex*), alcornoque (*Quercus suber*), roble (*Quercus pyrenaica*), distinguiendo entre zonas con presencia y ausencia de estrato arbustivo, y a su vez con presencia y ausencia de zorro. Las zonas de estudio están valladas para los grandes herbívoros, ya que éstos influyen claramente en el consumo de bellotas (González-Rodríguez *et al.*, 2012), y en ellas hay una distribución homogénea de refugios con actividad de roedores. Hipotetizamos que la regeneración se ve mejorada con la presencia del zorro rojo, ya que estos son consumidores principalmente de roedores (Pérez-García, 2007), y con la ausencia de estrato arbustivo que ofrece protección a los micro mamíferos.

OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son 1) comprobar los efectos que tiene sobre la depredación de bellotas por los roedores la presencia o ausencia del zorro rojo (*Vulpes vulpes*), combinada con la presencia o ausencia de estrato arbustivo existente en las dehesas, y 2) determinar si alguna de las tres especies de bellota seleccionada sufre un mayor consumo bajo estas condiciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el norte de la provincia de Cáceres (40°8'N, 12°27'O), con una precipitación y temperatura medias anuales de 780 mm y 15,3 °C respectivamente, y una altitud de 445 metros. Este área es típicamente mediterránea, con zonas de arbolado mixto de encina (*Quercus ilex*), alcornoque (*Quercus suber*) y roble (*Quercus pyrenaica*), con un estrato arbustivo de jara pringosa (*Cistus ladanifer*), cantueso (*Lavandula stoechas*) y en menor medida torvisco (*Daphne gnidium*) y escoba blanca (*Cytisus multiflorus*) (Figura 1). La fauna que puede depredar aquí sobre las bellotas se

compone de ciervo (*Cervus elaphus*), jabalí (*Sus scrofa*), paloma torcaz (*Columba palumbus*), rabilargo (*Cyanopica cyanus*), ratón moruno (*Mus spretus*), topillo mediterráneo (*Microtus duodecimcostatus*), topillo lusitano (*Microtus lusitanicus*), ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) y lirón careto (*Eliomys quercineus*).

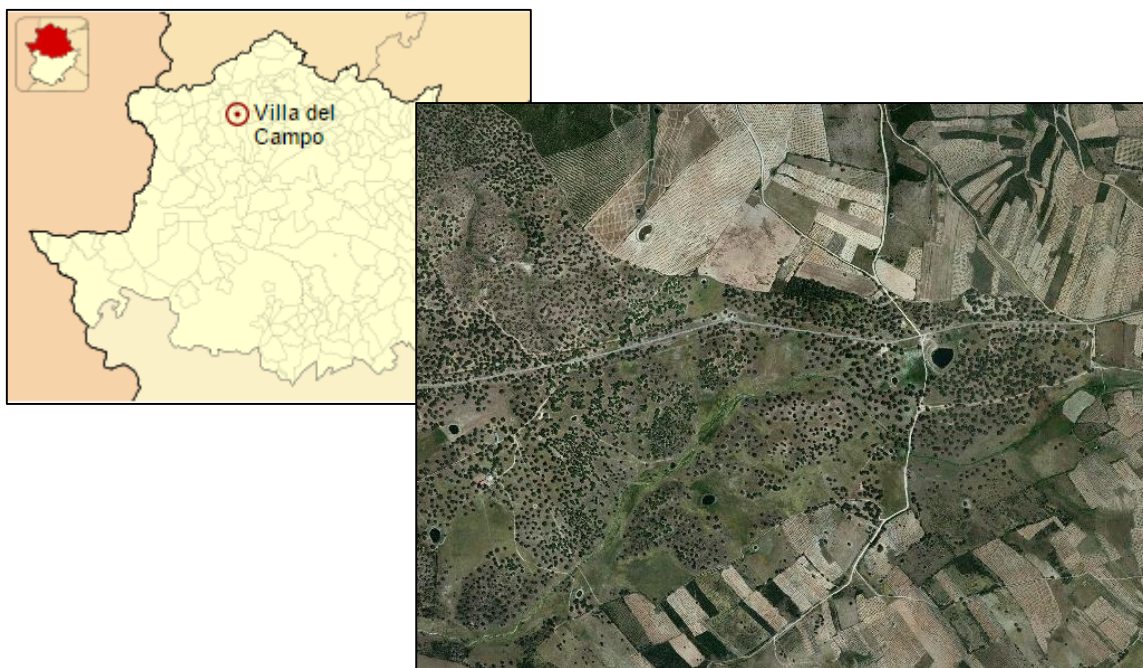


Figura 1. Localización de la zona de estudio y fotografía aérea de la misma.

Diseño experimental

El trabajo de campo se efectuó durante el mes de marzo de 2015, en una parcela de 4 hectáreas de monte, valladas con malla cinegética de un metro y medio de altura y 15 x 15 cm de luz. Se colocaron 16 cajas de malla de alambre galvanizado de un centímetro de luz, y con unas dimensiones de 40 cm de largo, 25 cm de ancho y 20 cm de alto (Figura 2). En los dos lados de 25 cm de ancho se realizó una entrada para los roedores con la misma anchura que la caja y 4 cm de altura. Con este tipo de malla se evitó la entrada de otros depredadores de bellotas que podían estar presentes en la zona de estudio. Dentro de cada caja se colocaron un total de 45 bellotas, en tres filas diferenciadas por especie (15 bellotas de *Quercus ilex*, 15 de *Quercus suber* y 15 de *Quercus pyrenaica*). El número total de bellotas utilizadas fue de 720. De este modo se consiguió una igual accesibilidad para los roedores a cualquier especie de bellota por ambos lados de la caja. Todas las bellotas utilizadas se recogieron en la zona de estudio y se probó antes de su colocación

que carecían de daños o plagas, sumergiéndolas en agua durante 24 horas. La presencia de roedores en la zona de estudio se comprobó con anterioridad a la distribución de las cajas, que fueron colocadas en esta parcela debido a la densidad homogénea de oquedades con rastros de la actividad de estos mamíferos, y con presencia de refugios y bellotas depredadas.

Se diferenciaron cuatro unidades experimentales: una con presencia de zorro y cobertura vegetal solo de arbolado (Ud. experimental 1), una sin presencia de zorro y con cobertura vegetal de arbolado sin matorral (Ud. experimental 2), una sin presencia de zorro y cobertura vegetal de arbolado y matorral (Ud. experimental 3) y una con presencia de zorro y cobertura vegetal de arbolado y matorral (Ud. experimental 4). Para simular la presencia de zorro en las ocho cajas correspondientes (Uds. Experimentales 1 y 4), se tomaron las glándulas anales y caudales de dos individuos, uno macho y otro hembra, ya que esta especie es muy territorial y estas glándulas desprenden un fuerte olor detectable por los demás animales. Así por ejemplo, algunos roedores y otros mamíferos como el ratón casero (*Mus musculus*), la liebre (*Lepus* spp.), y los topillos (*Microtus* spp.), evitan usar caminos que contienen marcas olorosas recientes de depredadores terrestres, como el hurón (*Mustela putorius furo*), el armiño (*Mustela erminea*), otros mustélidos (*Mustela* spp.) o el zorro rojo (*Vulpes vulpes*) (Gorman 1984; Apfelback *et al.*, 1991; Jedrzejewski *et al.*, 1993; Perrot-Sinal *et al.*, 1996; Roberts *et al.*, 2001). Las glándulas fueron colocadas en la parte superior y central de la caja y se obtuvieron el día antes del comienzo del experimento. Las cajas fueron colocadas de dos en dos (a dos metros una de otra), por lo que se establecieron 8 unidades de muestro, alejadas unas de otras a 50 metros, y establecidas a esta misma distancia del vallado perimetral de la parcela. Todas las cajas se situaron también a la misma distancia del pie más cercano, 2 metros, para simular la caída de la bellota dentro de la proyección de copa de cada árbol. Los chequeos se realizaron durante un periodo continuo de 14 días, desde la fase lunar de luna nueva, hasta la fase de luna llena, ya que el movimiento de los roedores es distinto según la fase y la claridad y afecta a la selección del tipo de bellota (Perea *et al.*, 2011), chequeando cada día a la misma hora solar (11:00 h), para evitar molestias a los roedores.

Análisis de los datos

Los datos fueron analizados mediante el software R, con el que se realizó una ANOVA, en la que se incluyó como variable independiente el número de bellotas de cada especie en cada uno de los 14 días de medición en cada caja, y como variables dependientes la presencia o ausencia de zorro, siendo 0 ausencia y 1 presencia, la presencia (1) o ausencia (0) de matorral y el tipo de especie de cada bellota.

Tabla 1. Número de cajas en cada unidad experimental.

	Presencia de zorro	Ausencia de zorro
Arbolado y matorral	4	4
Arbolado sin matorral	4	4



Figura 2. Arriba izquierda: caja con bellotas después de las mediciones. Arriba derecha: caja colocada en zona de matorral con presencia de zorro. Debajo: oquedad en una encina de la parcela de muestreo con rastros de roedores.

RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos indica que la presencia o ausencia de zorro rojo (*Vulpes vulpes*) no influyó significativamente en la depredación de bellotas por roedores, ya que el consumo total de éstas fue similar en las cajas con presencia y ausencia de este cánido (F value = 1,525; p = 0,2187) (Figura 3, Tabla 2). Por otra parte, la presencia o ausencia de estrato arbustivo condicionó la respuesta de los roedores, ya que se produjo una mayor depredación en las zonas con matorral, y ésta fue la variable con un mayor nivel de significación (F value = 62,330; p = 4,35e-13). La variable especie de bellota también rindió diferencias significativas (F value = 16,923; p = 6,21e-05). La mayor depredación se produjo sobre bellotas de *Quercus ilex* (91,25%; N = 219 de 240), seguida por *Quercus suber* (89,17 %; N = 214 de 240), y como última elección *Quercus pyrenaica* (64,58 %; N = 155 de 240) (Tabla 3).

Analizando la influencia de la presencia de matorral y de zorro rojo para cada especie de bellota, solo fue significativa en el caso del matorral para las tres especies, no influyendo la presencia o ausencia del zorro en ninguna de ellas (Tabla 4). Un total de 588 bellotas (81,67 %) fueron consumidas por los roedores en los 14 días. En la primera semana de mediciones fueron depredadas el 63,33 % de las bellotas, mientras que en la segunda el porcentaje fue mucho menor (18,33 %) (Figuras 4, 5, 6 y 7). La correlación de Pearson obtenida entre el número de bellotas y la variable vegetación (-0,5046), muestra que el aumento de la vegetación está claramente relacionado con la disminución del número de bellotas, mientras que la correlación del número de bellotas con la presencia de zorro (0,0789) no manifiesta una relación significativa con el número de bellotas.

Tabla 2. Análisis estadístico para las variables.

Variable	F valor	Pr (>F)
Vegetación	62,330	4.35e-13 ***
Zorro	1,525	0,2187
Especie	16,923	6,21e-05 ***
Vegetación x Zorro	0,013	0,9084
Vegetación x Especie	3,985	0,0476 *
Zorro x Especie	0,004	0,9518
Vegetación x Zorro x Especie	0,020	0,8879

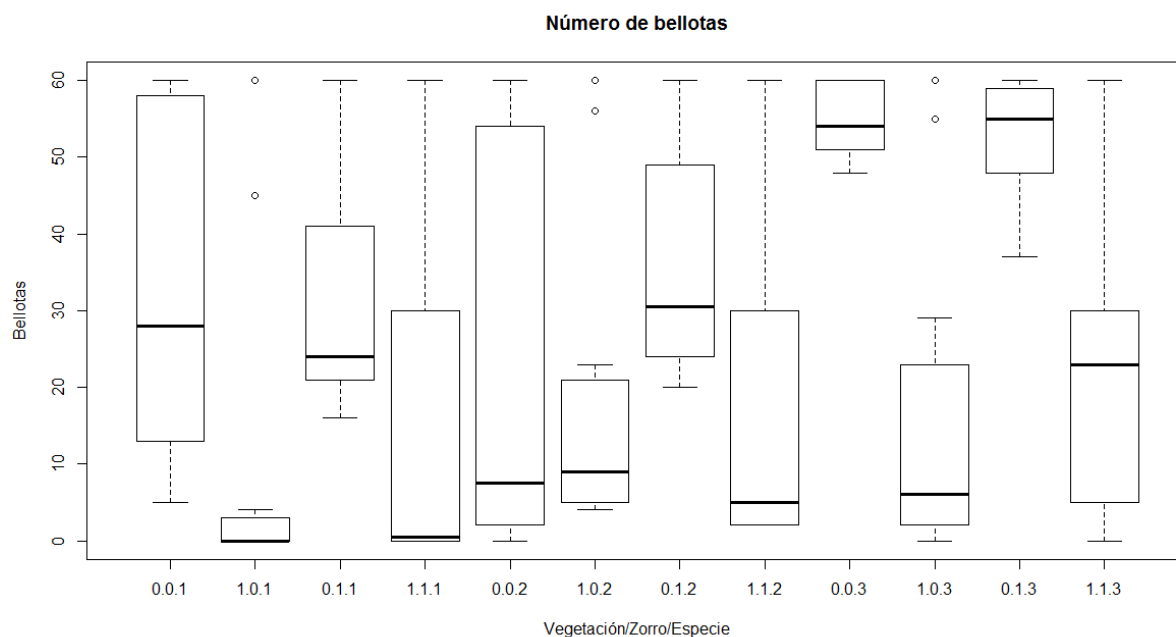


Figura 3. Número de bellotas restantes en cada unidad experimental una vez realizado el experimento según presencia (1) o ausencia (0) de estrato arbustivo, presencia (1) o ausencia (0) de zorro y por tipo de especie, *Q. ilex* (1), *Q. suber* (2) y *Q. pyrenaica* (3).

Tabla 3. Porcentaje de bellotas consumidas por unidad experimental (vegetación, zorro).

	Total	<i>Quercus ilex</i>	<i>Quercus suber</i>	<i>Quercus pyrenaica</i>
Ud. Experimental 1 (0,1)	59,44 %	73,33 %	66,67 %	38,33 %
Ud. Experimental 2 (0,0)	70,56 %	91,67 %	100,00 %	20,00 %
Ud. Experimental 3 (1,0)	97,78 %	100,00 %	93,33 %	100,00 %
Ud. Experimental 4 (1,1)	98,89 %	100,00 %	96,67 %	100,00 %
Número de bellotas	180	60	60	60

Tabla 4. Variables significativas por especie de bellota.

Especie	Variable	F valor	Pr (>F)
<i>Quercus ilex</i>	Vegetación	16,181	0,000187 ***
	Zorro	0,260	0,6124
	Vegetación x Zorro	0,456	0,5026
<i>Quercus suber</i>	Vegetación	5,604	0,0217 *
	Zorro	1,203	0,2778
	Vegetación x Zorro	1,718	0,1957
<i>Quercus pyrenaica</i>	Vegetación	79,705	4,49e-12 ***
	Zorro	0,319	0,575
	Vegetación x Zorro	1,318	0,256

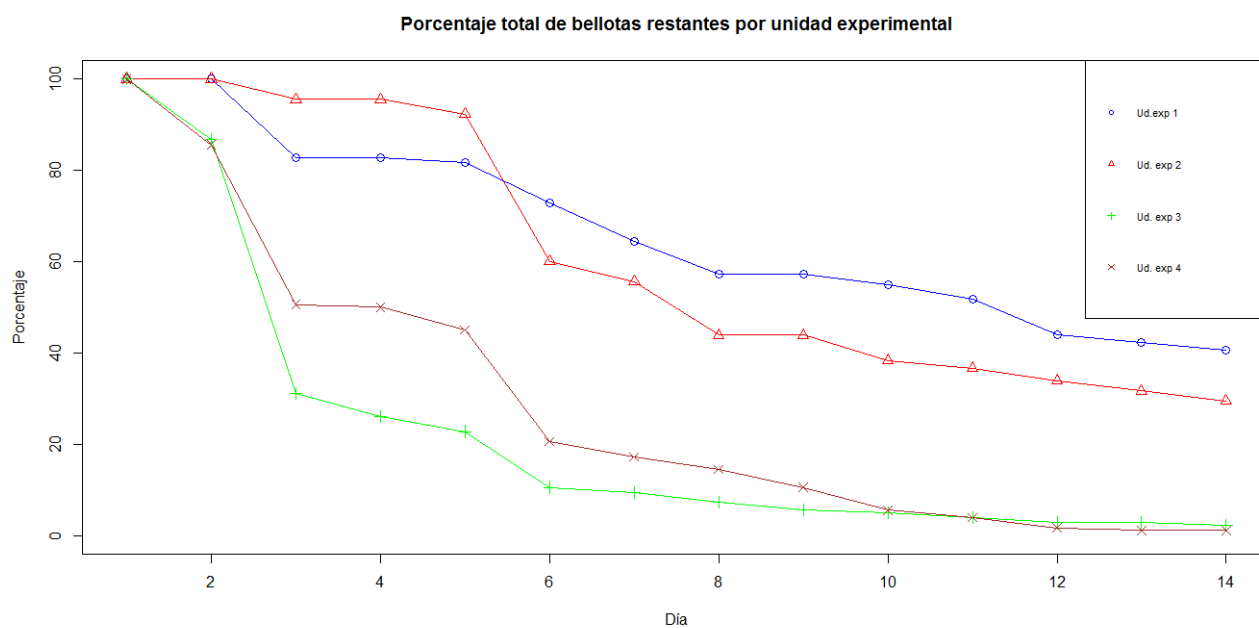


Figura 4. Porcentaje total de bellotas restantes por unidad experimental. En azul ud. experimental 1, en rojo ud. de experimental 2, en verde ud. experimental 3, en marrón ud. experimental 4.

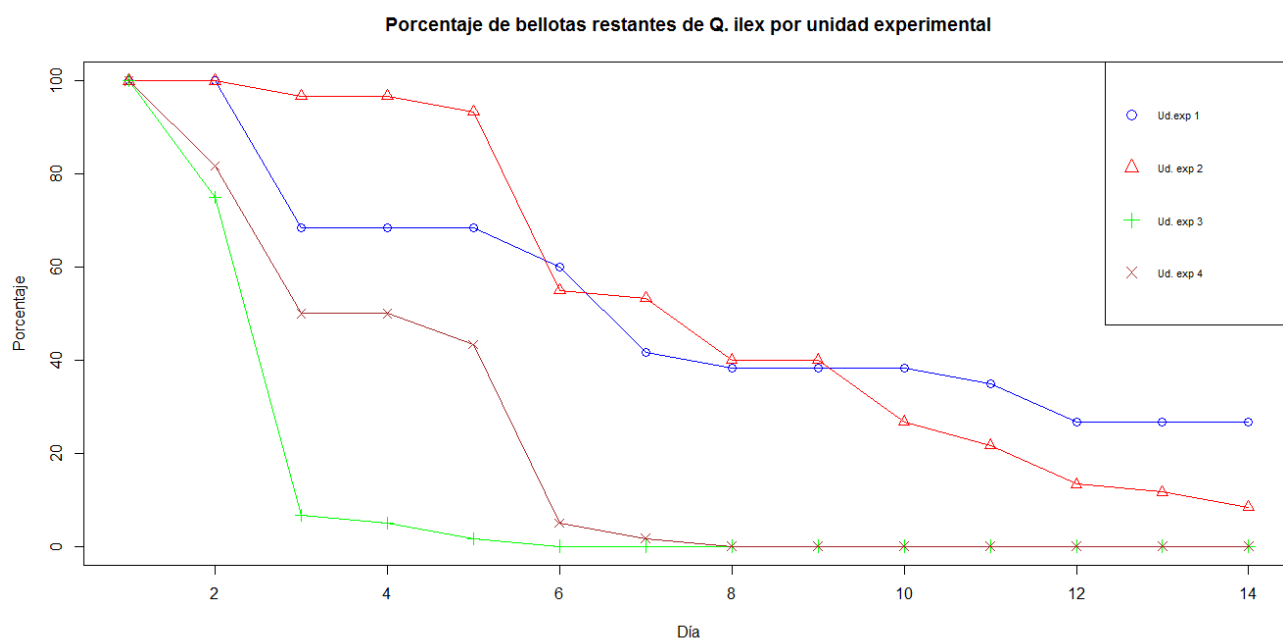


Figura 5. Porcentaje de bellotas de Quercus ilex restantes por unidad experimental. En azul ud. experimental 1, en rojo ud. de experimental 2, en verde ud. experimental 3, en marrón ud. experimental 4.

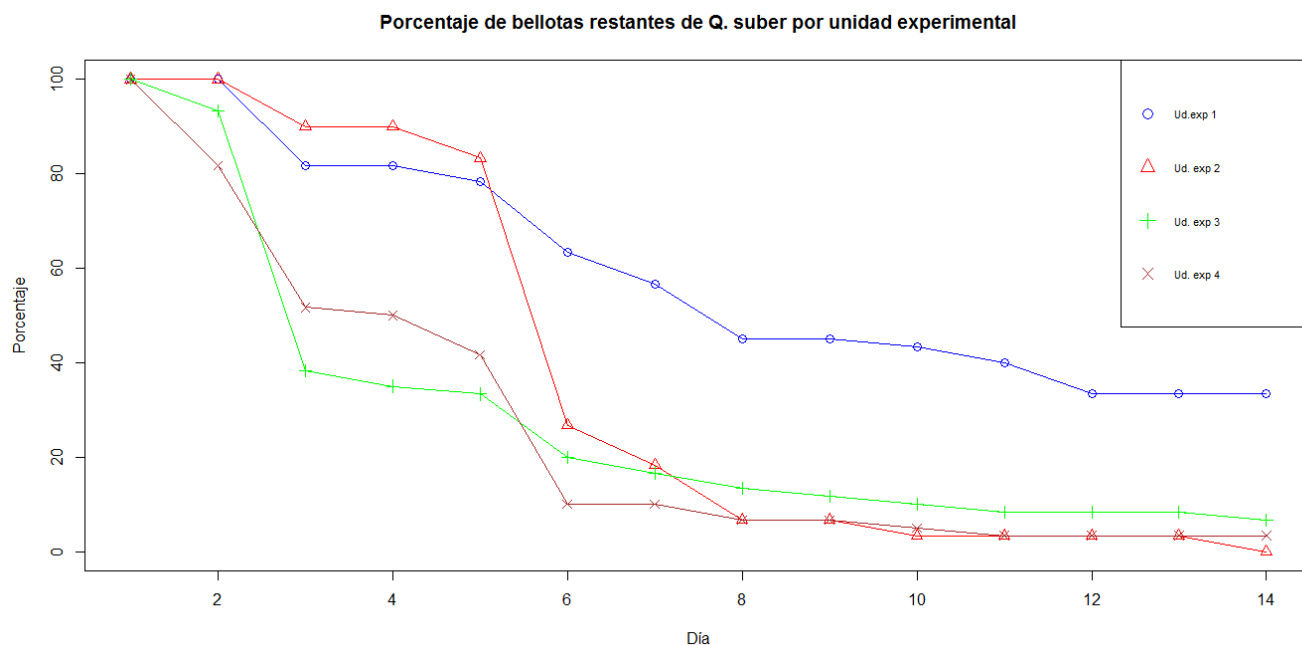


Figura 6. Porcentaje de bellotas de Quercus suber restantes por unidad experimental. En azul ud. experimental 1, en rojo ud. de experimental 2, en verde ud. experimental 3, en marrón ud. experimental 4

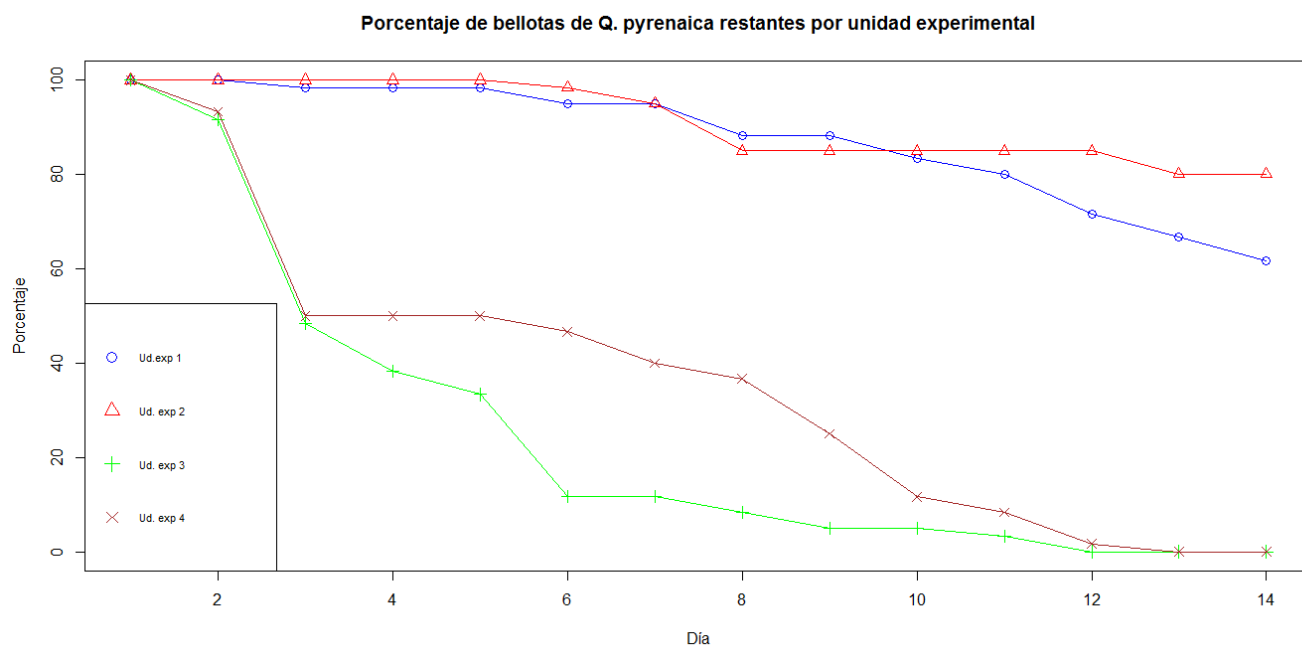


Figura 7. Porcentaje de bellotas de Quercus pyrenaica restantes por unidad experimental. En azul ud. experimental 1, en rojo ud. de experimental 2, en verde ud. experimental 3, en marrón ud. experimental 4

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos apuntan que la mayor depredación de bellotas por los roedores se lleva a cabo en zonas donde existe un estrato arbustivo, es decir, una mayor protección frente a los depredadores de estos micromamíferos. El refugio que proporciona el matorral aumenta la actividad de los roedores, como se comprueba en los estudios de Manson *et al.* (1998) y Den Ouden *et al.* (2005). Después de dos días de medición, los roedores depredaron el 35,00 % de las bellotas (N = 252 de 720), y solo el 0,51 % (N = 3 de 720) fue depredada completamente in situ; sin embargo, Perea *et al.* (2011), encontraron que en bosques de *Quercus pyrenaica* y *Quercus petraea* de la sierra de Ayllón en la provincia de Madrid, los roedores depredaron sobre el 56,30 % (N = 721 de 1280) en los dos primeros días, y que el 3,40 % (N = 44 de 1280) fue consumida por completo in situ, en dos lugares de muestreo, uno con cobertura arbustiva y otro sin esta cobertura.

En cuanto a la especie de bellota depredada, se observó que las tres especies eran igual de consumidas cuando había una cobertura arbustiva, sin embargo cuando no existía cobertura arbustiva las bellotas de *Quercus pyrenaica* sufrían una menor depredación que las otras dos especies. Según Pons *et al.* (2006), los roedores poseen preferencias sobre las especies del género *Quercus* ya que demuestran que las bellotas de *Quercus ilex* son escogidas y depredadas primero, y las de *Quercus coccifera* son menos seleccionadas, y que esta selección parece estar relacionada con el valor nutritivo de cada una. Rodríguez-Estevez *et al.* (2008) encontraron diferencias en la composición nutricional y la proporción de toxinas de varias especies de género *Quercus*, siendo *Quercus ilex* la que mayor cantidad de ácidos grasos y menor cantidad de taninos contiene, haciendo que sea más preferida por muchos animales como el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*) (Pons *et al.*, 2007b). La presencia de zorro no fue determinante para evitar el consumo de bellotas en las zonas con matorral, si bien Sunyer *et al.* (2013), demostraron que la presencia de marcas recientes de depredadores tiene un efecto significativo en los patrones de dispersión y depredación de las bellotas por los roedores en zonas con esta cobertura.

CONCLUSIONES

La depredación por roedores sobre tres especies de bellotas del género *Quercus* fue alta en las zonas con cobertura arbustiva. La presencia de zorro no resultó ser un factor limitante para el consumo de estas bellotas, por lo que para mejorar la regeneración en estos sistemas, se debería establecer el regenerado en zonas con una densidad de matorral media o baja, o en casos de realizar repoblaciones o densificaciones en estos tipos de masas, aumentar la protección de las plantas o semillas que son colocadas en

lugares con mayor densidad de matorral, además de priorizar estas actuaciones en los lugares donde haya una menor producción de semilla y una mayor depredación.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer por la ayuda y colaboración prestada para hacer posible este trabajo, a todas las personas que de una forma desinteresada han colaborado en él, mi tutor Ángel Hernández Lázaro por la ayuda mostrada y el seguimiento realizado del proyecto, mis padres, mi hermana, mis abuelos y mi tío, haciendo posible la construcción de las cajas, la recolección de las bellotas usadas para realizar el experimento y la colocación de todas ellas.

BIBLIOGRAFÍA

- Apfelback R, Russ D, Slotnick BM, 1991. Ontogenic changes in odor sensitivity, olfactory receptor area and olfactory receptor density in the rat. *Chemical Senses* 16, 209-218.
- den Ouden J, Jansen PA, Smith R, 2005. Jays, mice and oaks: predation and dispersal of *Quercus robur* and *Q. petraea* in North-western Europe. En: *Seed Fate* (Forget PM, Lambert J, Hulme P, Vander Wall SB, ed.). CAB International, Wallingford, pp. 223-240.
- García D, Bañuelos MJ, Houle G, 2002. Differential effects of acorn burial and litter cover on *Quercus rubra* recruitment at the limit fits range in eastern North America. *Canadian Journal of Botany* 80, 1115-1120.
- Gómez JM, García D, Zamora R, 2003. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Forest Ecology and Management* 180, 125-134. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00608-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00608-4).
- Gonçalves P, Alcobia S, Simoes L, Santos-Reis M, 2011. Effects of management options on mammal richness in a Mediterranean agro-silvo-pastoral system. *Agroforestry Systems* 85, 383-395.
- González-Rodríguez V, Villar R, 2012. Post-dispersal seed removal in four Mediterranean oaks: species and microhabitat selection differ depending on large herbivore activity. *Ecological Research* 27, 587–594.

- Gorman ML, 1984. The response of prey to Stoat (*Mustela erminea*) scent. Journal of Zoology 202, 419-423.
- Herrera CM, Jordano P, López-Soria L, Arnat JA, 1995. Recruitment of a mast-fruiting bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. Ecological Monographs 64, 315-344. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03566-S](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(95)03566-S).
- Jedrzejewski W, Rychlik L, Jedrzejewska B, 1993. Responses of bank voles to odors of seven species of predators: experimental data and their relevance to natural predator-vole relationships. Oikos 68, 251-257.
- Manson RH, Stiles EW, 1998. Links between microhabitats preferences and seed predation by small mammals in old fields. Oikos 82, 37-50.
- Perea R, González R, San Miguel A, Gil L, 2011. Moonlight and shelter cause differential seed selection and removal by rodents. Animal Behaviour 82 (4), 717-723. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.07.001>.
- Pérez-García JM, 2007. Apuntes sobre la dieta de la gineta (*Genetta genetta*) en el valle del Henares (Madrid). Galemys 19 (1), 13-21.
- Pérez-Ramos IM, Marañón T, 2008. Factors affecting post-dispersal seed predation in two coexisting oak species: microhabitat, burial and exclusion of large herbivores. Forest Ecology and Management 255, 3506-3514. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.032>.
- Perrot-Sinal TS, Heale VR, Ossenkopp KP, Kavaliers M, 1996. Sexually dimorphic aspects of spontaneous activity in meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*): effects of exposure to fox odor. Behavioral Neuroscience 110, 1126-1132.
- Pons J, Pausas JG, 2006. Oak regeneration in heterogeneous landscapes: The case of fragmented *Quercus suber* forests in the eastern Iberian Peninsula. Forest Ecology and Management, 231 (1-3), 196-204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.049>.
- Pons J, Pausas J, 2007a. Not only size matters: acorn selection by the European jay (*Garrulus glandarius*). Acta Oecologica 31, 353-360.
- Pons J, and Pausas JG, 2007b. Rodent acorn selection in a Mediterranean oak landscape. Ecological Research 22, 535-541.

- Pulido FJ, Díaz M, 2005. Regeneration of a Mediterranean oak: a whole-cycle approach. *Ecoscience* 12, 92-102.
- Roberts SC, Gosling LM, Thornton EA, J. McClung J, 2001. Scent-marking by male mice under the risk of predation. *Behavioral Ecology* 12, 698-705.
- Rodriguez-Estevez et al. 2008. Dimensiones y características nutritivas de las bellotas de los *Quercus* de la dehesa. *Archivos de Zootecnia* 57 (R), 12.
- Rosalino LM, Ferreira D, Leitao I, Santos-Reis M, 2011. Selection of nest sites by wood mice (*Apodemus sylvaticus*) in a Mediterranean agro-forest landscape. *Ecological Research* 26, 445-452. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2010.08.004>.
- Shaw MW, 1968. Factors affecting the natural regeneration of sessile oak (*Quercus petraea*) in North Wales. II. Acorn losses and germination under field conditions. *Journal of Ecology* 56, 647-660.
- Siscart D, Diego V, LLoret F, 1999. Acorn ecology. En: *Ecology of Mediterranean evergreen forests* (Rodá F, Retana J, Gracia CA, Bellot J, eds.). Springer, Berlin, pp. 75-86.
- Sunyer P, Muñoz A, Bonal R, Espelta JM, 2013. The ecology of seed dispersal by small rodents: a role for predator and conspecific scents. *Functional Ecology* 27, 1313-1321.